

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperitekniiikan koulutusohjelma
Lauri Valkeamäki

Opinnäytetyö

Tuotannon tehostaminen aaltopahvitehtaan jalostuslinjalla

Työn ohjaaja
Työn tilaaja
Tampere 12/2009

pt. tuntiopettaja, DI Arto Nikkilä
Peterson Packaging Oy

Tekijä	Lauri Valkeamäki
Työn nimi	Tuotannon tehostaminen aaltopahvitehtaan jalostuslinjalla
Sivumäärä	70 + 8 liitettä
Valmistumisaika	Joulukuu 2009
Työn ohjaaja	Arto Nikkilä
Työn tilaaja	Peterson Packaging Oy, tuotantojohtaja Jari Konola

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tutkittiin ja kehitettiin Valkeakoskella sijaitsevan Peterson Packaging Oy:n Aaltopahvitehtaan kahden jalostuslinjan tuotantotehokkuutta. Työn tarkoituksena oli lisätä tuotantoajan osuutta käytössä olleesta ajasta, sekä tutkia ja kehittää tuotantonopeutta rajoittavia tekijöitä.

Opinnäytetyö nähtiin tarpeelliseksi metsäteollisuuden heikon suhdannetilanteen vuoksi, joka vaikuttaa myös aaltopahviteollisuuteen. Aaltopahvitehtaan kaksi vanhinta jalostuslinjaa tarvitsivat tehokkuuden lisäämistä Suomen aaltopahvimarkkinoiden kovassa kilpailutilanteessa. Opinnäytetyö on osa Aaltopahvitehtaan jatkuvaa parantamista, jossa panostetaan laitteiden ja työtapojen kehittämiseen.

Tuotantotehokkuutta pyrittiin parantamaan ajon vaihtoaikoja lyhentämällä sekä määrittämällä optimaaliset tuotantonopeudet eri valmisteille. Opinnäytetyössä tutkittiin myös tuotantotehokkuutta rajoittavia tekijöitä ja etsittiin niihin parannuskeinoja.

Saatujen tulosten perusteella havaittiin tuotantotehokkuuden parantuneen työssä luotujen ajon vaihto-ohjeiden avulla. Optimaalisten tuotantonopeuksien vaikutusta tuotantotehokkuuteen ei varsinaisesti pystytty mittaamaan. Opinnäytetyössä ehdotettujen parannuskeinojen toteuttamista tutkitaan myöhemmin. Ensimmäisenä investointimahdollisuutena tutkitaan formun valmistelukasetin hankkiminen molemmille jalostuslinjoille.

Työ sisältää luottamuksellisen osan. Luottamuksellinen osa sisältää Aaltopahvitehtaalla ennen tätä opinnäytetyötä käytössä olleet työskentelymenetelmät, opinnäytetyössä rakennetut työskentelymenetelmät sekä opinnäytetyön tulokset.

Avainsanat tuotanto, aaltopahvitehdas, aaltopahvin jalostus,
painostanssi, tuotannon tehostaminen

Writer	Lauri Valkeamäki
Thesis	Development converting line at the corrugated board mill
Pages	70 + 8 appendices
Graduation time	December 2009
Thesis Supervisor	Arto Nikkilä
Co-operation Company	Peterson Packaging Oy, Production Manager Jari Konola

ABSTRACT

Production efficiency of the two converting lines of the Corrugated mill, owned by Peterson Packaging Oy and located in Valkeakoski, was studied and evolved during this final thesis. The aim of the thesis was to increase the proportion of the actual production time in comparison to the total time spent on the final product and research and improve the limiting factors of the production speed.

The final thesis was found necessary because of the weak economic outlook of the forest industry, which also influences the corrugated board branch. The two oldest lines of the Corrugated mill needed an improvement of production efficiency because of the tight market situation of corrugated board in Finland. The final thesis is a part of the ongoing efficiency enhancement program, which emphasizes on the improvement of the equipment and working methods.

Production efficiency was improved by rationalizing the set up time between the orders and developing the optimum production speeds for the machines. Also the factors reducing the production efficiency were studied and improvements for those problems were thought.

The results indicate that an improvement has been noticed in the production efficiency, mostly because of the creation of the order changing manual. The precise effect of the created optimum speed in relation to the production efficiency could not be measured directly. The possible execution of improvements suggested in the thesis will be under further supervision at a later date. The first investment opportunity would be the purchase of a chase loader for both machine lines.

This final thesis contains a confidential part. The confidential part contains the prior to this thesis Corrugated mill were active in the working methods, the final thesis were built for the working methods and the results of the final thesis.

Key words	tuotanto, aaltopahvitehdas, aaltopahvin jalostus, tuotannon tehostaminen, painostanssi
-----------	--

Esipuhe

Tämän opinnäytetyön teettäjä Peterson Packaging Oy kuuluu Peterson AS konserniin, joka on yksi Pohjoismaiden johtavista aaltopahvin valmistajista ja jalostajista. Työn tausta-aineisto kerättiin Peterson Packaging:n Aaltopahvitehtaalta Valkeakoskella. Työ osoittautui kokonaisuudessaan mielenkiintoiseksi ja haastavaksi. Lisähaastetta työhön toi paperiteollisuuden heikko taloudellinen tilanne Suomessa, mikä varmasti osaltaan vaikuttaa jokaisen alalla työskentelevän työpanokseen.

Haluan kiittää Peterson Packaging:n käyttöinsinööri Tarmo Virtasta ammattitaitoisesta ohjauksesta ja auttamisesta työn kaikissa vaiheissa sekä tuotantojohtaja Jari Konolaa yhteistyöstä työn osalta. Lisäksi haluan kiittää koko Aaltopahvitehtaan henkilökuntaa työaikana saamastani tuesta.

Opin tätä opinnäytetyötä tehdessä aaltopahviteollisuudesta paljon opinnäytetyön ulkopuolisiakin asioita, jotka varmasti auttavat minua tulevilla työurallani. Näistä tiedoista haluan erityisesti kiittää pakkaussuunnittelija Juha Hyppöstä, käyttöinsinööri Pauli Saloa, käyttöinsinööri Lari Seppälää, markkinointipäällikkö Jarmo Saraa, tuotannonsuunnittelija Sauli Kukkolaa, tuotannonsuunnittelija Pekka Ronkasta sekä kehitysinsinööri Mikko Järvistä.

Opinnäytetyön ohjaamisen suoritti Tampereen ammattikorkeakoulun päätoiminen tuntiopettaja Arto Nikkilä. Artoa haluan kiittää kaikesta avusta työn aikana sekä palautteesta.

Tampereella joulukuussa 2009

Lauri Valkeamäki

Sisällysluettelo

Esipuhe.....	4
1 Johdanto	8
1.1 Peterson Packaging Oy.....	8
1.2 Valkeakosken Aaltopahvitehdas	9
2 Työn kuvaus.....	10
2.1 Työn lähtökohta.....	10
2.2 Työn tavoitteet.....	10
2.3 Tutkimusmenetelmät	11
2.4 Tuotannon tehostamisen menetelmät	11
2.4.1 Lean-toimintamalli.....	11
2.4.2 SMED-analyysi.....	12
3 Aaltopahviteollisuuden kuvaus	13
3.1 Aaltopahvin rakenne.....	13
3.2 Aaltopahvin jalostus	15
3.2.1 Esisyöttölaite	16
3.2.2 Flekso	17
3.2.3 Stanssi	18
3.2.4 Formun valmistelukasetti.....	20
3.3 FEFCO:n koodijärjestelmä.....	21
3.4 Tietojärjestelmät	23
4 Käytössä olevat työmenetelmät	Error! Bookmark not defined.
4.1 Ajon vaihto painostansseilla.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Ajon vaihdon suorittaminen.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2 Uuden formun käyttöönotto ajon vaihdossa	Error! Bookmark not defined.
4.1.3 Ajon vaihdon kesto SPO-Flexo 1600.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.4 Ajon vaihdon keston merkitys SPO-Flexo 1600.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.5 Ajon vaihdon kesto SPO-Flexo 2000.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.6 Ajon vaihdon keston merkitys SPO-Flexo 2000.....	Error! Bookmark not defined.

4.1.7	Formun valmistelukasetin käyttö ajon vaihdossa	Error! Bookmark not defined.
4.2	Tuotantonopeudet painostansseilla.....	Error! Bookmark not defined.
5	Uudet työnkuvaukset ja ohjeet	Error! Bookmark not defined.
5.1	Painostanssien ajon vaihdon tehostaminen	Error! Bookmark not defined.
5.1.1	Työsuoritusten jako SMED-analyysin mukaan SPO-Flexo 1600.....	Error! Bookmark not defined.
5.1.2	Työsuoritusten jako SMED-analyysin mukaan SPO-Flexo 2000.....	Error! Bookmark not defined.
5.1.3	Uusi ajon vaihdon työnkuvaus SPO-Flexo 1600	Error! Bookmark not defined.
5.1.3.1	Ajon vaihdon valmistelu.....	Error! Bookmark not defined.
5.1.3.2	Ajon lopetus ja vaihdon aloittaminen.....	Error! Bookmark not defined.
5.1.3.3	Ajon vaihto	Error! Bookmark not defined.
5.1.3.4	Ajon vaihdon viimeistely	Error! Bookmark not defined.
5.1.4	Uusi ajon vaihdon työnkuvaus SPO-Flexo 2000	Error! Bookmark not defined.
5.1.4.1	Ajon vaihdon valmistelu.....	Error! Bookmark not defined.
5.1.4.2	Ajon lopetus ja vaihdon aloittaminen.....	Error! Bookmark not defined.
5.1.4.3	Ajon vaihto	Error! Bookmark not defined.
5.1.4.4	Ajon vaihdon viimeistely	Error! Bookmark not defined.
5.1.5	Formun valmistelukasetin investointi kannattavuus ..	Error! Bookmark not defined.
5.1.5.1	Formun valmistelukasetin investointi kannattavuus SPO-Flexo 1600	Error! Bookmark not defined.
5.1.5.2	Formun valmistelukasetin investointi kannattavuus SPO-Flexo 2000	Error! Bookmark not defined.
5.2	Painostanssien tuotantonopeudet.....	Error! Bookmark not defined.
5.2.1	SPO-Flexo 1600 valmisteiden optimaaliset tuotantonopeudet	Error! Bookmark not defined.
5.2.2	Tuotantonopeus ohje SPO-Flexo 1600	Error! Bookmark not defined.
5.2.3	SPO-Flexo 2000 valmisteiden optimaaliset tuotantonopeudet	Error! Bookmark not defined.
5.2.4	Tuotantonopeus ohjeet SPO-Flexo 2000	Error! Bookmark not defined.
5.3	Konemiehistön kouluttaminen uusiin työskentelytapoihin	Error! Bookmark not defined.
5.3.1	Konemiehistön kouluttaminen ajon vaihdon osalta ...	Error! Bookmark not defined.
5.3.2	Konemiehistön kouluttaminen tuotantonopeuden osalta	Error! Bookmark not defined.
6	Tulokset.....	Error! Bookmark not defined.
6.1	Ajon vaihdon keston kehitys SPO-Flexo 1600	Error! Bookmark not defined.

6.2	Ajon vaihdon keston kehitys SPO-Flexo 2000	Error! Bookmark not defined.
6.3	Tuotantonopeuksien kehitys.....	Error! Bookmark not defined.
7	Tulosten tarkastelu ja arviointi.....	Error! Bookmark not defined.
7.1	Tulosten tarkastelu vaihdon keston osalta SPO-Flexo 1600	Error! Bookmark not defined.
7.2	Tulosten tarkastelu vaihdon keston osalta SPO-Flexo 2000	Error! Bookmark not defined.
7.3	Tuotantotehokkuuden kehityksen arviointi SPO-Flexo 1600	Error! Bookmark not defined.
7.4	Tuotantotehokkuuden kehityksen arviointi SPO-Flexo 2000	Error! Bookmark not defined.
8	Ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi.....	Error! Bookmark not defined.
8.1	Koneteknisiä ongelmia SPO-Flexo 1600	Error! Bookmark not defined.
8.1.1	Esisyöttölaitteen toimivuus ongelmat	Error! Bookmark not defined.
8.1.2	Hylkyjärjestelmän toimivuus ongelmat	Error! Bookmark not defined.
8.2	Koneteknisiä ongelmia SPO-Flexo 2000	Error! Bookmark not defined.
Lähteet.....		69
Liitteet		Error! Bookmark not defined.
Liite 1	Ajon vaihtosuoritus SPO-Flexo 1600	Error! Bookmark not defined.
Liite 2	Ajon vaihtosuoritus SPO-Flexo 2000	Error! Bookmark not defined.
Liite 3	SMED-analyysi SPO-Flexo 1600.....	Error! Bookmark not defined.
Liite 4	SMED-analyysi SPO-Flexo 2000.....	Error! Bookmark not defined.
Liite 5	Investointikustannuslaskelma: PIP 07 Chase loader SPO-Flexo 1600..	Error! Bookmark not defined.
Liite 6	Investointikustannuslaskelma: PIP 07 Chase loader SPO-Flexo 2000..	Error! Bookmark not defined.
Liite 7	Tuotantonopeustaulukon 1. sivu SPO-Flexo 1600	Error! Bookmark not defined.
Liite 8	Tuotantonopeustaulukon 1. sivu SPO-Flexo 2000	Error! Bookmark not defined.

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty Peterson Packaging Valkeakosken tehtaalle. Opinnäytetyö nähtiin tarpeelliseksi aaltopahviteollisuuden ja koko metsäteollisuuden heikon suhdannetilanteen vuoksi. Opinnäytetyö on osa jatkuvaa kehitystä, jolla Peterson Packaging pyrkii tehostamaan toimintaansa. Peterson Packaging tavoitteena on olla markkinoillaan johtava yritys tuottavuudessa ja kustannustehokkuudessa. Tämän vuoksi Aaltopahvitehtaalla panostetaan jatkuvasti laitteiden ja työtapojen kehittämiseen.

Opinnäytetyö on rajattu Aaltopahvitehtaan kahteen jalostuslinjan ja niiden sisäiseen toimintaan. Jalostuslinjoihin kuuluu painostanssit, joilla valmistetaan aaltopahvitarkeista tuotteita, jotka ovat painettuja, leikattuja, nuutattuja ja lavattuja asiakkaan haluamalla tavalla. Linjat sisältävät siis kaikki työvaiheet aaltopahvikoneen ja pakkauksen välillä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on pyrkiä parantamaan painostanssien tuotantotehokkuutta. Tuotantotehokkuuden kehittäminen koostuu tämän opinnäytetyönsalalta tuotannon työtapojen kehittämisestä, optimaalisten tuotantonopeuksien kartoittamisesta sekä mahdollisten tuotannon ongelmakohtien löytämisestä.

1.1 Peterson Packaging Oy

Peterson Packaging Oy on aaltopahvituotteita valmistava ja pakkauskoneita sekä –järjestelmiä myyvä yritys. Opinnäytetyön suorituspaikkana käytetty Aaltopahvitehdas sijaitsee Valkeakoskella, missä sijaitsee myös yrityksen pääkonttori. Lisäksi yrityksellä on Arkkijalostus-yksikkö sekä PackSystems-yksikkö, jotka sijaitsevat Vantaalla. Peterson Packaging työllistää 198 pakkaamisen ammattilaista ja yrityksen liikevaihto on 41 miljoonaa euroa. (*Peterson Packaging Oy 2009a.*)

Peterson Packaging kuuluu norjalaisen emoyhtiönsä Peterson AS:n monipuoliseen Packaging divisioonaan. Packaging divisioona tuottaa kuitupohjaisia pakkausratkaisuja lähes kaikille liikealoille Pohjoismaisella sektorilla. Divisioonalla on aaltopahvitehtaita Norjassa, Ruotsissa, Suomessa sekä Tanskassa. Peterson AS:n toinen liiketoiminta-alue

Lineboard divisioona valmistaa ja toimittaa kraft- ja testlaineria aaltopahvin ja kartongin valmistajille kaikkialle Eurooppaan. Divisioonalla on kaksi laineritehdasta Norjassa. Lisäksi konsernilla on omia myyntikonttoreita Keski-Euroopassa. Koko konsernin liikevaihto on 440 miljoonaa euroa ja henkilöstön määrä 1250. (*Peterson AS 2009.*)

1.2 Valkeakosken Aaltopahvitehdas

Valkeakosken Aaltopahvitehdas perustettiin vuonna 1932 osana Yhtyneitä Paperitehtaita. Sittemmin UPM:ksi fuusioitunut yhtiö myi osan yksiköstä norjalaiselle Peterson AS:lle vuonna 1998, jolloin syntynyt fuusioyhtiö sai nimen Petersonwalki Oy. Nykyisen nimensä Peterson Packaging Oy yhtiö sai vuonna 2000, kun Peterson AS osti sen kokonaan omistukseensa. Aaltopahvitehtaalla on tällä hetkellä yksi aaltopahvikone sekä neljä aaltopahvin jalostuslinjaa. Tehtaan vuotuinen aaltopahvin tuotantokapasiteetti on 58 miljoonaa neliometriä. Tehtaalla työskentelee yhteensä 151 henkilöä, ja sen yhteydessä sijaitsee yrityksen pääkonttori. (*Peterson Packaging Oy 2009a.*)

2 Työn kuvaus

Työn toteuttaminen aaltopahvitehtaan jalostuslinjalla vaati laajaa ymmärrystä aaltopahvin valmistuksesta, -rakenteesta, -jalostuksesta sekä hyvät tiedot jalostuslinjan konetekniikasta. Työn toteuttamiseen tarvittiin käsitystä eri tutkimusmenetelmistä sekä tuotannon tehostamisen menetelmistä. Lisäksi työssä oli hyödyksi FEFCO:n koodiston sekä aaltopahviteollisuuteen räätälöityjen tietotekniikkajärjestelmien ymmärtäminen.

2.1 Työn lähtökohta

Metsäteollisuuden kannattavuus Suomessa on laskenut koko 2000-luvun ajan ja tämä vaatii metsäteollisuusyrityksiltä jatkuvaa kehittymistä. Myös Peterson Packaging pyrkii tehostamaan toimintaansa vastatakseen paperiteollisuuden suvantovaiheeseen ja pärjätäkseen suurimmille kilpailijoilleen. Aaltopahvitehtaan vanhimmat jalostuslinjat eivät nykyisellään vastaa hyvin markkinoiden kilpailutilanteeseen, joten painostanssien tuotantotehokkuutta on pyrittävä nostamaan.

2.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli rakentaa oikeanlaiset työskentelytavat, jotka vähentäisivät painostanssien seisokki- ja vaihtoajoja sekä kasvattaisivat ajonopeuksia. Lopullisena tavoitteena on parantaa stanssien tuottavuutta. Uudet työskentelytavat pyrittiin rakentamaan yhteistyössä tehtaan työntekijöiden kanssa, jotta tuotantotehokkuuden parantamisen lisäksi jalostuslinjoille syntyisi sitoutunut, motivoiva ja miellyttävä työilmapiiri.

Lisäksi työssä pyrittiin löytämään painostanssien tuotantoa rajoittavia koneteknisiä tekijöitä sekä selvittämään niihin parannusvaihtoehtoja.

2.3 Tutkimusmenetelmät

Työssä käytettiin sekä kvalitatiivista että kvantitatiivista tutkimusmenetelmää. Tutkimusosio perustuu haastatteluihin tehtaalla, kirjalliseen aineistoon, sähköiseen aineistoon sekä työn tekijän omiin kokemuksiin ja havaintoihin. Työntekijöiden ja toimihenkilöiden haastattelut olivat kvalitatiivista tutkimusta. Tilastojen kerääminen konekansioista sekä tehtaan tuotanto-, myynti- sekä suunnittelujärjestelmästä oli kvantitatiivista tutkimusta.

2.4 Tuotannon tehostamisen menetelmät

Työn keskeisin tuotannon tehostamisen keino oli henkilöstön kehittäminen. Yrityksen kilpailukyky riippuu ratkaisevasti henkilöstön tiedoista ja taidoista sekä halusta kehittyä tehtävissään. Tämän vuoksi tässä työssä rakennetut uudet työnkuvaukset ja toimintamallit muokattiin yhdessä työntekijöiden kanssa ja jokainen työntekijä koulutettiin toimiaan uusien ohjeiden mukaisesti. Lisäksi työssä pyrittiin parantamaan henkilöstön aloitteellisuutta, kustannustietoisuutta, tavoitteellisuutta ja motivaatiota.

Koneteknisiä muutoksia tuotannon tehostamiseksi ei työssä tehty, mutta tässä raportissa on mainittu laiteteknisiä asioita, jotka vaikuttavat tuotannon tehokkuuteen.

Konetekniikasta keskusteltiin henkilöstön kanssa henkilökohtaisissa palavereissa sekä kokouksissa.

2.4.1 Lean-toimintamalli

Käsite Lean-toiminta (Lean Production) otettiin käyttöön vuonna 1990 eri maiden autoteollisuusyritysten kilpailukykyä selvittäneessä tutkimuksessa. Siinä löydettiin menestyneiden yritysten toiminnassa useita yhteisiä piirteitä. Huomattiin, että keskittymällä vain asiakkaalle lisäarvoa tuottavaan toimintaan voidaan säästää merkittävästi kustannuksia ja aikaa. Paljon on tehtävissä jopa ilman investointeja.

Päähuomio on ihmisen, organisaation ja tekniikan yhdistämisessä. Keskeistä on koko henkilöstön voimavarojen saaminen yrityksen käyttöön. Kustannussäästöt, laatu ja

nopeus saavutetaan kehittämällä työmenetelmiä, poistamalla jalostamattomat vaiheet toimintaketjusta ja organisoimalla työt paremmin. Ihmisten ja organisaation osien välisiä raja-aitoja poistetaan. (*Kajaste & Liukko 1994, 8.*)

Lean-toiminnan keskeisiä teemoja ovat jatkuvat ja pysyvät parannukset, asiakassuuntautuneisuus, henkilöstön ottaminen mukaan kehittämiseen, kustannustehokkuuden parantaminen ja nopeat ja joustavat toimintaketjut. Tässä työssä keskityttiin kustannustehokkuuden parantamiseen ja henkilöstön ottamiseen mukaan kehittämiseen.

Henkilöstön huomioiminen kehittämisessä on yrityksen voimavara, jonka käyttämättä jättäminen on resurssien tuhlaamista. Koneita ja laitteita voivat kaikki ostaa. Ne yritykset pärjäävät parhaiten, jotka pystyvät toiminnassaan käyttämään koko henkilöstön osaamista. Asioita suunnitellaan ja tehdään ryhmässä, mutta uusi idea syntyy yleensä yhdessä päässä. Siksi onkin tärkeää, että jokaisella yrityksen työntekijällä on mahdollisuus kertoa ideansa ja että jokaista työntekijää oikeasti kuunnellaan.

2.4.2 SMED-analyysi

Single Minute Exchange of Die (SMED) on yksi monista Lean-toimintomallin metodeista, minkä tarkoituksena on vähentää hukka-aikaa tuotantoprosessissa. Analyysin tarkoituksena on selvittää nopein ja tehokkain tapa vaihtaa tuotanto tuotannossa olevasta tuotteesta seuraavaan tuotteeseen. Analyysi on todettu tarpeelliseksi, koska yhtämittaiset tuotantomäärät ovat pienentyneet ja tämän takia vaihtomäärät ovat lisääntyneet. (*Lean Concepts 2009.*)

SMED-analyysejä on kokoluokaltaan erityyppisiä. Tässä työssä keskityttiin lyhyen aikavälin SMED-analyysiin, jossa tutkitaan jokainen tuotannosta toiseen siirtymiseen liittyvä työvaihe. Työvaiheista selvitetään niiden optimaalinen kesto, niiden oikea järjestys ja tärkeimpänä mahdollisuus tehdä ne tuotannon aikana. (*Lean Concepts 2009.*)

3 Aaltopahviteollisuuden kuvaus

Aaltopahvi on pakkausmateriaali, jota käytetään kaikenlaisiin kuljetus- ja esittelypakkauksiin. Se on ympäristöystävällinen, joustava, kustannustehokas, tietoa sisältävä ja myyntiä edistävä. Sitä voidaan käyttää huonekalujen, autonosien ja kodinkoneiden sekä lääkkeiden ja elintarvikkeiden pakkauksissa. Kuljetuspakkauksiin aaltopahvia käytetään maailmassa eniten. Aaltopahvia valmistettiin ensimmäistä kertaa vuonna 1856 hattujen vuorauksiin. Jo vuonna 1871 sitä alettiin käyttää muun muassa pullojen kuljetuspakkauksiin. (*Peterson Packaging Oy 2009b.*)

Aaltopahvinjalostuslinja voi sijaita, kuten tässä työssä, aaltopahvitehtaalla tai vastaavasti erillisessä aaltopahvin jalostusyksikössä. Aaltopahvitehtaita on Suomessa neljä kappaletta. Nämä ovat tutkimuksen kohteena olleet Peterson Packaging:n tehdas Valkeakoskella, SCA:n tehdas Tampereella sekä Stora Enson tehtaat Lahdessa ja Heinolassa. Aaltopahvin jalostusyksiköitä sen sijaan on useita ympäri Suomea.

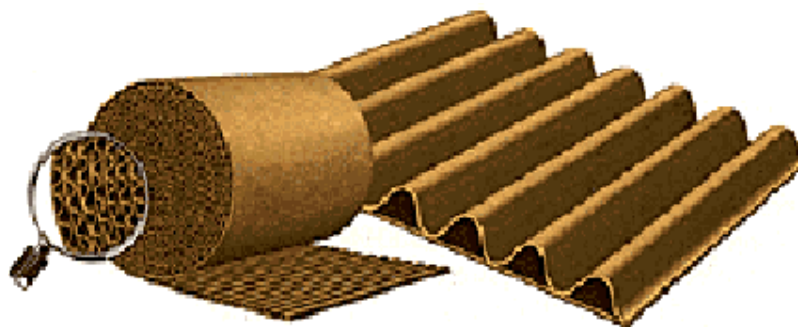
3.1 Aaltopahvin rakenne

Aaltopahvitehtaan jalostuslinjan tuotannon tehostamisen kannalta on hyvä ymmärtää aaltopahvin rakenne ja sen asettamat erityisvaatimukset jalostustoiminnan kannalta.

Aaltopahvi muodostuu yhdestä tai useammasta aallotetusta kartonkikerroksesta sekä yhdestä tai useammasta pintakartonki kerroksesta, jotka kaikki on liimattu toisiinsa tarkoituksenmukaisella tavalla. Aallotettua kartonkia kutsutaan aallotuskartongiksi (fluting), joka on puristamalla pakotettu aallon muotoon. Suorat pintakartongit ovat lainereita tai muita kartonkeja. Kerrosten yhdistämiseen käytetty liima perustuu tavallisesti maissitärkkelykseen, joka on puhdas luonnon tuote. (*Laakso & Rintamäki 2000, 14.*)

Aaltopahvi voidaan luokitella esimerkiksi kartonkikerrosten määrän perusteella. Kuviossa 1 on esitetty yksipuolinen aaltopahvi, joka koostuu kahdesta kartonkikerroksesta, jotka ovat pintakartonkikerros ja aallotuskartonkikerros. Kaksipuolinen aaltopahvi koostuu kolmesta kartonkikerroksesta, jotka ovat kaksi

pintakartonkikerrosta ja aallotuskartonkikerros. Kaksipuolinen kaksiaaltainen aaltopahvi koostuu viidestä kartonkikerroksesta, jotka ovat kaksi pintakartonkikerrosta, kaksi aallotuskartonkikerrosta sekä niiden välissä oleva suora kartonkikerros. Lisäksi on olemassa näiden tyyppien muunnoksia ja yhdistelmiä.



Kuvio 1 Yksipuolinen aaltopahvi (FECFO 2009.)


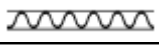
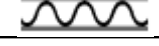
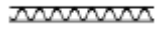
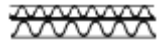
Aaltopahvin paksuuteen vaikuttaa käytettyjen kartonkien paksuuden lisäksi käytetty aaltoprofiili. Yleisimmät aaltoprofiilit on esitetty taulukossa 1. C-aalto on yleisimmin käytetty sen hyvän pinoamiskestävyyden ansiosta. Myös B- ja E-aalto ovat yleisesti käytettyjä.

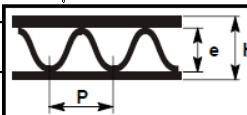
Taulukko 1 Yleisimmät aaltoprofiilit (Laakso & Rintamäki 2000, 15.)

Aaltoprofiili (nimi)	Aallon korkeus (mm)	Aaltoluku metrillä
G (mikroaalto)	0,5	550
F (mikroaalto)	0,7	450
E (miniaalto)	1,2	300
B (hieno aalto)	2,6	150
C (karkea aalto)	3,8	130
A (karkea aalto)	5,0	110

Eri lainerikartonkien, kerrosten ja aaltoprofiilien yhdistelmillä saadaan lähes rajaton määrä erilaisia aaltopahveja. Taulukossa 2 on esitetty yleisimpiä aaltopahvityypit ja niiden tärkeimmät mitat.

Taulukko 2 Yleisimmät aaltopahvityypit (*Bobst Group 2005, 26.*)

Aalto profiili		e (mm)	H (mm)	P (mm)
A		4,5	5	8,9
B		2,3	2,8	6,5
C		3,5	4	8
E		1,2	1,6	3,2
F		0,75	1,2	2,4
G/N		0,4	0,8	1,8
O		0,3	0,7	1,1
BC				6,5
BE			4,5	
BF			3,8	
EF			2,6	

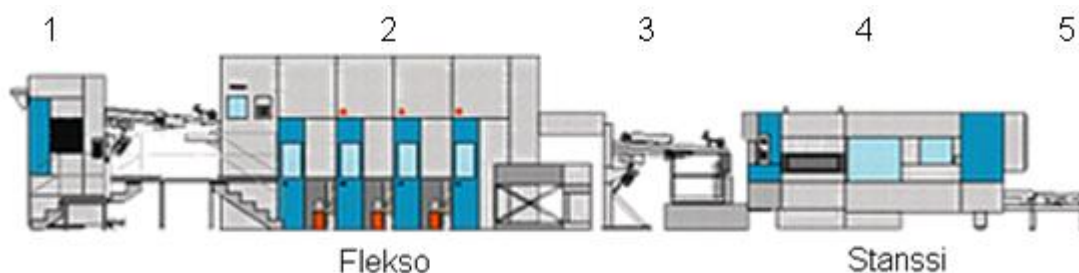


3.2 Aaltopahvin jalostus

Aaltopahvin jalostuksella tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä ja työvaiheita, joiden tuloksena aaltopahvista valmistuu asiakkaan pakkaustarpeeseen sopiva tuote tai joissain tapauksissa puolituote, jonka asiakas itse viimeistelee. Lisäksi tuotteet pakataan ja toimitetaan asiakkaalle sovitulla tavalla. (*Laakso & Rintamäki 2000, 63.*)

Tässä työssä keskitytään aihoiden valmistamiseen aaltopahviarkeista. Aihoiden valmistuslaitteena käytetään painostansseja. Painostanssit ovat koneita, joissa on yhdistetty painokone sekä stanssi. Käytännössä laitteet ovat erillisiä ja toisistaan riippumattomia, mutta aaltopahviarkkien kuljetusteknisistä syistä johtuen arkit menevät aina paino-osan läpi, vaikka lopputuotteen ei tulisikaan painatusta.

Painostanssin rakenne on esitetty kuviossa 2. Kuvassa olevan painostanssin pääosat ovat esisyöttölaite (1), flekso (2), välikuljetin (3), stanssi (4) ja arkin erottelu (5).

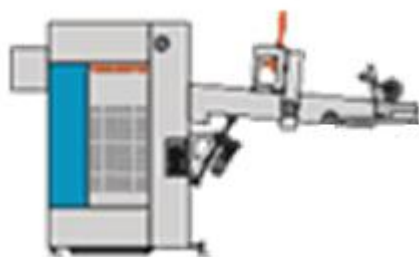


Kuvio 2 Painostanssi (Bobst Group 2009.)

3.2.1 Esisyöttölaite

Hitaimmilla koneilla arkit syötetään käsin koneen syöttöyksikköön tai syöttökaukaloon. Nopeat ja varsinkin suuret koneet on varustettu esisyöttölaitteella, kuten tässä työssä käytetyt painostanssit. Aaltopahviarkit siirretään välivarastosta trukilla tai kuljettimen ja syöttökelkan avulla esisyöttölaitteeseen. Esisyöttölaite voi käsitellä vain yhden arkkipinon kerrallaan. Kuljettimella arkkipinot keskitetään koneen keskilinjan suhteen.

Esisyöttölaitteiden toimintatavoissa on eroja. Toiset ottavat arkit pinon päältä ja toiset alta. Kuviossa 3 on esitetty pinon päältä syöttävä esisyöttölaite. Syöttölaite voi myös kaataa koko arkkipinon kerralla viuhkaksi syöttökuljettimelle. Esisyöttölaitteen valintaan vaikuttaa onko painokoneessa alapuolinen vai yläpuolinen painatus. Arkkipinossa on painatuspinta alaspäin. (Laakso & Rintamäki 2000, 73.)

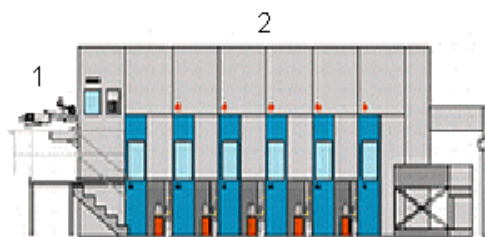


Kuvio 3 Esisyöttölaite (Bobst Group 2009.)

3.2.2 Flekso

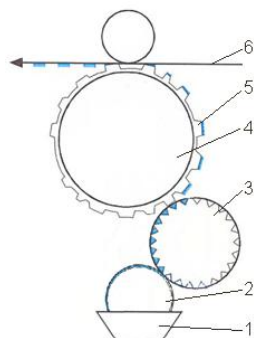
Flekso koostuu syöttöyksiköstä ja painoyksiköistä. Syöttöyksikössä arkki syötetään arkkipinon alta painoyksikköön. Syötön toimintaperiaatteita on useita. Syöttöyksikössä arkit kohdistetaan koneen keskilinjan suhteen sivukohdistimien avulla. Yksikkö säädetään ajettavan arkkikoon ja paksuuden mukaan siten, että syöttäjä syöttää vain yhden arkin kerrallaan.

Flekso voi sisältää 1 - 8 painoyksikköä sekä arkin puhdistimen ja arkin kuivaimen. Arkkien kuljetus tapahtuu painoyksiköiden välillä joko juoksupyörien ja ohjaimien avulla tai imukuljettimella. Flekso-osa on esitetty kuviossa 4. Kuvassa syöttöyksikkö on merkitty numerolla 1 ja varsinainen flekso on merkitty numerolla 2.



Kuvio 4 Flekso (Bobst Group 2009.)

Fleksopainomenetelmä on esitetty kuviossa 5. Fleksopaino on rotaatiopainomenetelmä, jossa juokseva ja nestemäinen painoväri nostetaan värikuukalossa (1) pyörivällä nostotelalla (2) rasteri- eli aniloxtelalle (3). Rasteritelan pinnassa olevat rasterikupit täyttyvät painovärillä. Rasteritela siirtää painovärin painotelalle (4) kiinnitettynä painolaattaan (5), joka siirtää sen edelleen painettavalle pinnalle. (Laakso & Rintamäki 2000, 64 - 78.)



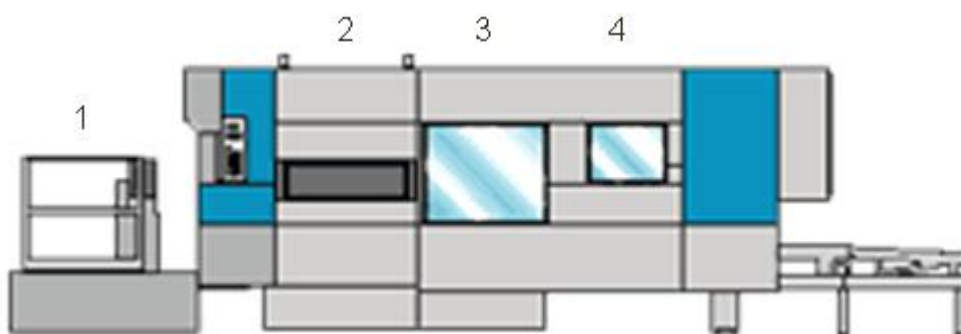
Kuvio 5 Fleksopainomenetelmä

3.2.3 Stanssi

Stanssauksella tarkoitetaan työmenetelmää, jossa aaltopahviarkki työstetään stanssityökalun avulla puristamalla joko tasojen tai telojen välissä. Stanssaus tehdään tiikelistanssautuskoneilla, tasostanssautuskoneilla tai pyöriviä teloja käyttävillä stanssautuskoneilla (rotaatio). Tässä työssä keskitytään tasostanssautukseen. Tasostanssautuskone on esitetty kuviossa 6.

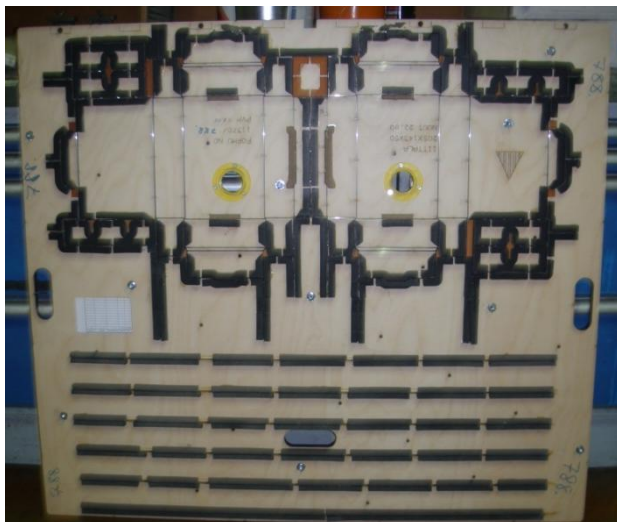
Tasostanssautuskoneen pääosat ovat seuraavat:

1. Syöttöyksikkö
2. Stanssausyksikkö
3. Revintäyksikkö
4. Vastaanottoyksikkö.



Kuvio 6 Tasostanssautuskone (Bobst Group 2009.)

Varsinainen stanssaus suoritetaan stanssaustyökaluilla. Tasostanssityökaluja ovat formu, ala- ja ylärepijä sekä etureunairrotin. Formun tehtävänä on leikata arkista oikeanlaisia aihioita ja tehdä niihin taittamista helpottavia nuuttauksia. Vanerilevystä valmistettu formu on esitetty kuviossa 7. Se muotoillaan ja siihen kiinnitetään leikkaus- ja nuuttausterät sekä kumit stanssipiirrustusten mukaisesti. Revintälaitteiden tehtävänä on irrottaa stanssattusta aihioista siihen kuulumattomat osat ja ylimääräiset roskat. Repijälaitteet valmistetaan vanerilevystä, ja niihin kiinnitetään roskan poistoa helpottavia ohuita taivutettuja peltejä ja vaahtomuovia. Etureunairrotin tehtävänä on painaa stanssattu aihio irti etureunaroskasta. (Laakso & Rintamäki 2000, 78 - 83.)



Kuvio 7 Tasostanssausformu

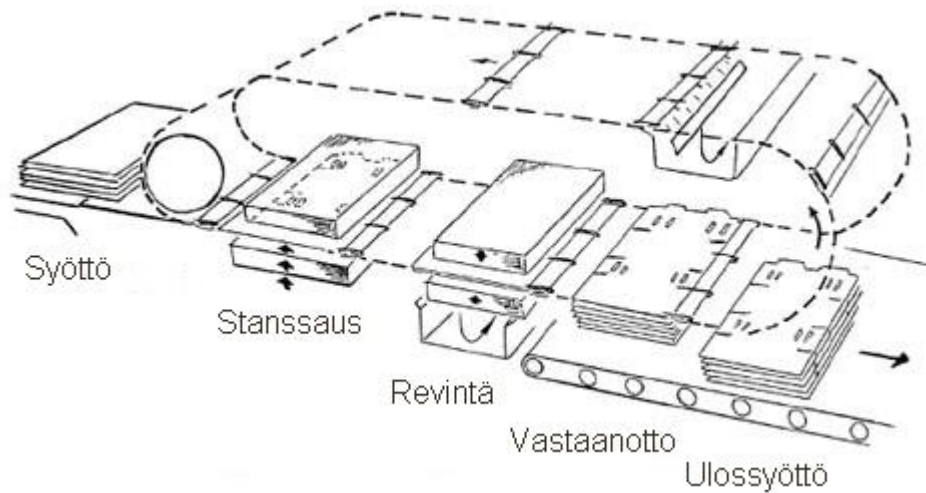
Tasostanssauksen toimintaperiaate on esitetty kuviossa 8. Tasostanssin syöttöyksikkönä käytetään yleensä imusyöttöä, jolla arkki syötetään naukkaritangolle. Arkki kuljetetaan koneen läpi käyttäen kahdeksaa naukkareilla varustettua naukkaritankoa, joita siirretään hammaspyörämekanismilla. Aina kun naukkaritangot pysähtyvät, syötetään sisään uusi aaltopahviarkki. (Laakso & Rintamäki 2000, 83 - 84.)

Naukkareihin kiinnitetty arkki siirtyy ensimmäiseksi stanssausyksikköön. Edellä kuvattu formu kiinnitetään stanssauskehilöön ja sen avulla stanssausyksikön ylälevyyn. Stanssausessa formu pysyy paikallaan ja alalevy puristaa aaltopahviarkkia sitä vasten, jolloin stanssattu aihio muodostuu nuuttauksineen. (Laakso & Rintamäki 2000, 84 - 85.)

Stanssattu arkki siirtyy naukkarien avulla seuraavaan vaiheeseen eli revintään. Revintäyksikössä tapahtuvan työiskun aikana ylärepijä painuu alarepijää vasten ja irrottaa aihion ympäriltä ja sisältä poistettavat roskat. Roskat putoavat yleensä suoraan koneen alla kulkevalle hihnalle, joka kuljettaa roskat hylynkäsittelyjärjestelmään. (Laakso & Rintamäki 2000, 85.)

Revitty aihio siirtyy naukkarien varassa seuraavaan työvaiheeseen eli vastaanottoon. Siinä arkin mukaan muotoiltu etureunairrotin painaa aihion irti etureunaroskasta, joka on kiinni naukkarissa. Naukkareihin kiinni jäävä etureunaroska kulkeutuu pari työiskua eteenpäin, jolloin naukkarit avautuvat ja roska putoaa kuljetushihnalle ja siitä edelleen koneen alla kulkevalle hihnalle. Valmiit ahiot putoavat yksi kerrallaan vastaanottopään

luukkujen varaan. Kun halutun suuruinen nippu aihioita on valmis, luukut avautuvat ja valmis aihio nippu putoaa kuljettimelle. Kuljetin vie aihioniput tarpeen mukaan nippujen erotteluun, tasoitteluun ja lavaajalle.



Kuvio 8 Kaaviokuva tasostanssauksesta (*Peterson Packaging Oy 2009b.*)

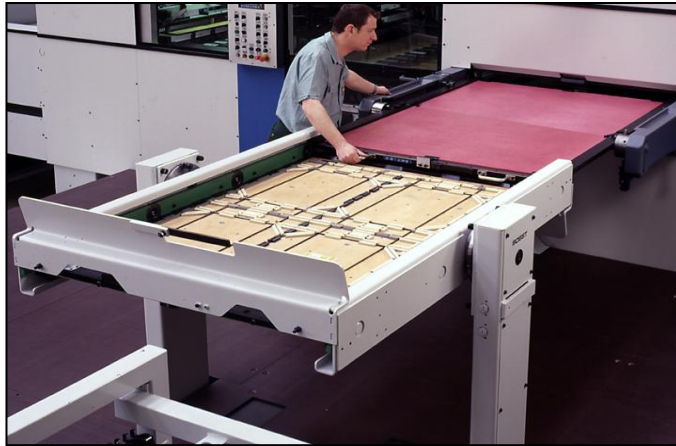
3.2.4 Formun valmistelukasetti

Formun valmistelukasetissa on kasetti, jossa on formukehilö valmiina. Formukehilöön voidaan asettaa seuraavaan ajoon tuleva formu ja kalvo valmiiksi edellisen ajon aikana. Tällöin ajon vaihdossa voidaan vaihtaa koko formukehilö kerrallaan, jolloin säästetään aikaa formun ja kalvon kiinnityksen verran. Formun valmistelukasetti on esitetty kuviossa 9.



Kuvio 9 Formun valmistelukasetti (*Bobst Group 2004.*)

Formun valmistelukasetti sijaitsee stanssausosan edessä. Formukehilön vaihto tapahtuu vetämällä vanha formukehilö valmistelukasettiin, kääntämällä kasetti ja työntämällä uusi formukehilö stanssiin. Vaihtotoimenpide on esitetty kuviossa 10.



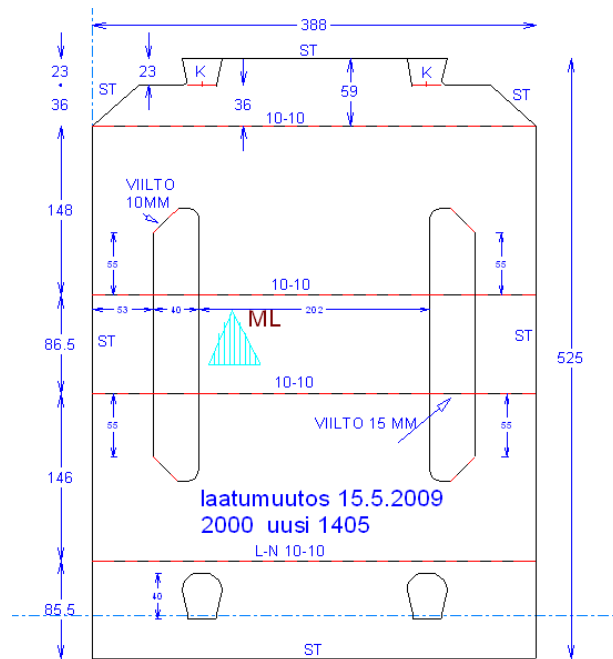
Kuvio 10 Formun valmistelukasetin käyttö vaihdossa (*Bobst Group 2004.*)

3.3 FEFCO:n koodijärjestelmä

Aaltopahvin jalostuslinjan tuotantonopeuksien hallinnassa on ehdottoman tärkeää tuntea tuotettavat tuotteet. Yleisimmillä valmisteilla on tietyt ominaisuudet, jotka vaikuttavat ajettavuuteen. Yleisimmät valmisteet on luokiteltu joko FEFCO:n koodijärjestelmän tai tuotantolaitoksen oman koodijärjestelmän mukaisesti.

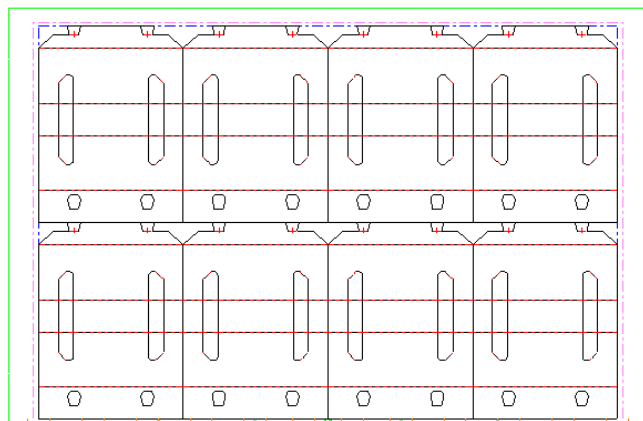
FEFCO on Euroopan aaltopahvin valmistajien liitto ja toimii Euroopan aaltopahviteollisuuden kattojärjestönä. Sen koodijärjestelmä on kansainvälisesti hyväksytty aaltopahvituotteiden koodijärjestelmä. Koodijärjestelmä sisältää kaiken pakkausaihion valmistukseen vaadittavan tiedon. Aihion valmistusta varten piirretään suunnitteluohjelmalla kuva aihioista. Pakkaussuunnitteluun tarkoitettulla Artios CAD:lla piirretty aihio on esitetty kuviossa 11. Valmisteen mallikuvan yhteyteen on merkitty kaikki tarpeelliset tiedot kuten:

- Aaltopahvin tiedot (kerrosrakenne, aaltoprofiilit ja aallon suunta)
- Kaikki leikkaukset, nuuttaukset ja litistykset
- Kaikkien terien mallit ja paksuudet
- Kaikki mitat (pakkauksen koko ilmaistaan sisämitoilla (pituus L x leveys B x korkeus H))



Kuvio 11 Aihio piirros

Aihion suunnittelun ja piirtämisen jälkeen suunnitellaan niiden sijoittelu arkille. Tämän pohjalta piirretään kuva formusta, jonka perusteella formu rakennetaan. Hahmotelma Artios CAD:lla piirretystä formusta on esitetty kuviossa 12.



Kuvio 12 Formu piirros

FEFCO:n koodijärjestelmässä aaltopahvituotteet ovat jaettu kahdeksaan eri sarjaan, jotka koostuvat muutamasta erilaisesta mallista. 0100-sarja koostuu aaltopahvista rullana ja arkkina. 0200-sarja koostuu yksiosaisista laatikoista, jotka liimataan sekä sivulta että päältä ja alapuolelta. 0300-sarja koostuu teleskooppi-laatikoista eli laatikoista joissa irrallisen yläosan reunat tulevat limittäin alaosan reunojen päälle.

0400-sarja koostuu kansio tyyppisistä laatikoista, joissa pohjaosassa on reunat ja kansi taittuu takaa päälle. 0500 sarja koostuu kahdesta reunanauhasta, jotka sisäkkäin asetettuna muodostavat laatikon. 0600 sarja koostuu jäykistä laatikoista, jossa 0400 sarjan tyyppisiin laatikoihin liimataan tai ommellaan vahvikereunoja. 0700 sarja koostuu käyttövalmiista yksiosaisista laatikoista, jossa pohja ja kansi kiinnitetään läpillä ja vain sivuun laitetaan liimaa. 0900 sarja sisältää kaikki erikoisvalmisteet, kuten myyntitelineet ja vastaavat yksittäisvalmisteet. (*ASSCO & FEFCO 1990, 11 - 47.*)

FEFCO:n koodijärjestelmän lisäksi jokaisella aaltopahvin jalostusyksiköllä on oma koodisto, johon lisätään aina uniikkiaihiot. Näitä syntyy uusien asiakkaiden erikoisvaatimusten myötä.

3.4 Tietojärjestelmät

Työssä käytettiin useita aaltopahviteollisuudelle räätälöityjä tietojärjestelmiä. Tässä raportissa on mainittu OMP, BVP ja ArtiosCAD.

OMP Corrugated And Solid Board System on belgialaisen OM Partnersin toimittama tuotannonsuunnittelu järjestelmä, joka on räätälöity aaltopahviteollisuuden käyttöön. Ohjelma sisältää tuotannonsuunnittelun lisäksi tuotannon ohjauksen ja raportoinnin. Ohjelma keskustelee BVP:n kanssa. (*Peterson Packaging Oy 2009c, 8.*)

Solarsoft Business VantagePoint (BVP) on kanadalaisen Solarsoftin aaltopahvin valmistajille suunnittelema myynnin järjestelmä. Sisältää myynnin, hankinnan ja logistiikan osiot. Ohjelma keskustelee OMP:n kanssa. (*Peterson Packaging Oy 2009c, 8.*)

ArtiosCAD on belgialaisen EskoArtworkin valmistama rakennesuunnitteluohjelma pakkaustensuunnitteluun. Ohjelma antaa työkalut pakkausten ja rakenteiden suunnitteluun ja tuotekehitykseen sekä pakkausten valmistuksen suunnitteluun. Tuotteen 3D-integrointi mahdollistaa prototyyppien suunnittelun ja esittelyn.

Lähteet

ASSCO & FEFCO 1990. International Fibreboard Case Code. Göttingen, Saksa: Erich Goltze GmbH & Co.

Bobst Group 2004. Product Improvement Programme [CD-ROM].

Bobst Group 2005. Autoplane® SPO. Lausanne, Sveitsi.

Bobst Group 2009. [www-sivu]. [Viitattu 20.9.2009]. <http://www.bobst.com>

FEFCO 2009. [www-sivu]. [Viitattu 18.9.2009]. <http://www.fefco.org>

Kajaste, Veikko & Liukko, Timo 1994. Lean-toiminta. Tampere: Tammer-Paino Oy

Laakso, Osmo & Rintamäki, Taisto 2000. Aaltopahvin valmistus ja jalostus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Lean Concepts . [www-sivu]. [Viitattu 18.9.2009]. <http://www.leanconcepts.eu>

Peterson AS. [www-sivu]. [Viitattu 15.9.2009]. <http://www.peterson.no/>

Peterson Packaging Oy 2009a. [tehtaan sisäinen intranet]. [Viitattu 10.9.2009]. <http://ppintra/>

Peterson Packaging Oy 2009b. [www-sivu]. [Viitattu 15.9.2009]. <http://www.peterson.fi/>

Peterson Packaging Oy 2009c. Aallotar [asiakaslehti]. Tampere: Offset Ulonen Oy